

Препринт ЕФН-851(2)-86

**ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ**  
**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

---

---

Г.Т.ТОРОСЯН

**ОПИСАНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ И  
НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В МНОЖЕСТВЕННЫХ  
АДРОН — АДРОННЫХ ПРОЦЕССАХ**

**ЦНИИатоминформ**

**ЕРЕВАН-1986**

© Центральный научно-исследовательский институт информации  
и технико-экономических исследований по атомной науке  
и технике (ЦНИИатоминформ) 1985г.

I. Проводящиеся в настоящее время эксперименты по изучению множественного рождения с использованием современных методик и аппаратуры позволяют подняться на новую ступень по пути восстановления сложной картины процесса образования [1]. В частности, возможность регистрации нейтральных пионов в конечной стадии процесса дает возможность проверить много гипотез и предсказаний, сделанных в рамках различных феноменологических моделей и подходов, которые до этого применялись для описания характеристик только заряженных частиц [2].

В работе [3] в рамках модели двух механизмов [4,5] было продемонстрировано согласие предсказаний этой модели с экспериментальными множественными распределениями нейтральных пионов в  $P\bar{p}$ -столкновениях при  $P_L = 250$  ГэВ/с [6], причем без введения новых феноменологических параметров. В данной статье проводится сравнение предсказаний упомянутой модели для зарядово-нейтральных корреляций с имеющимися экспериментальными данными по  $pp$ ,  $K\bar{p}$  и  $L\bar{p}$  реакциям при различных энергиях [6-II]. Приводятся также модельные предсказания распределений по числу нейтральных частиц и зарядово-нейтральным корреляциям в  $K\bar{p}$  и  $L\bar{p}$  процессах при энергии  $P_L = 250$  ГэВ/с, экспериментальные результаты по которым в скором будущем будут получены на Евро-

пейском тгоридном спектрометре (ЕГС).

2. В модели двух механизмов основной вклад в рождение вторичных частиц дает механизм независимого испускания разных сортов нейтральных кластеров:

$$\beta \rightarrow (\pi^+ \pi^-) (\pi^0 \pi^0); \quad \omega \rightarrow (\pi^+ \pi^- \pi^0); \quad B \rightarrow (\pi^+ \pi^- 2\pi^0), \\ (2\pi^+ 2\pi^-).$$

Распадаясь впоследствии, эти кластеры рожают пионы с малыми поперечными и продольными импульсами в центральной области рождения.

Второй независимо действующий механизм, ответственный за рождение частиц с большими продольными импульсами, рассматривается в модели как результат фрагментации налетающих частиц и дает не более 20% вторичных частиц (ISR энергии). Ограничимся следующими каналами фрагментации, например, для протона:

$$1) p \rightarrow p; \quad 2) p \rightarrow p\pi^0; \quad 3) p \rightarrow n\pi^+; \quad 4) p \rightarrow n\pi^+\pi^0; \\ 5) p \rightarrow p2\pi^0; \quad 6) p \rightarrow p\pi^+\pi^-.$$

Параметрами модели являются средние числа соответствующих типов кластеров и вероятности каналов фрагментации. Однако не все они оказываются независимыми, и в итоге остаются три независимых параметра:

$$\alpha = \langle n_{\pi^+\pi^-} \rangle + \langle n_{\pi^+\pi^-\pi^0} \rangle + \langle n_{\pi^+\pi^-2\pi^0} \rangle,$$

$$\beta = \langle n_{2\pi^+2\pi^-} \rangle, \tag{I}$$

$$\alpha = \sum_{i=1}^5 \omega_i = 1 - \omega_6;$$

где  $\alpha$  - имеет смысл вероятности налетающей заряженной частице фрагментировать на не более чем одну заряженную частицу ( $\omega_i$  - ве-

роятность  $i$  - го канала фрагментации).

Энергетические зависимости параметров  $a$ ,  $b$  и  $\alpha$  были зафиксированы при описании множественных распределений заряженных частиц в  $A\rho \rightarrow n_c + X_0$  реакциях ( $A = \bar{p}, p, K^\pm, \pi^\pm$ ) при энергиях порядка ISR [4,5].

Отметим, что экстраполяция до энергий SPS коллайдера показала вполне удовлетворительное согласие предсказаний модели с экспериментальными данными (см. [12]).

В модельных выражениях для множественных распределений нейтральных частиц фигурируют следующие комбинации параметров:

$$\begin{aligned}c &= \langle n_{\pi^0} \rangle + \langle n_{\pi^+ \pi^- 2\pi^0} \rangle, \\d &= \langle n_{\pi^+ \pi^- \pi^0} \rangle, \\ \beta &= \omega_2 + \omega_3, \\ \gamma &= \omega_4 + \omega_5.\end{aligned}\tag{2}$$

Однако, как показано в [3], параметры  $c$  и  $d$  в рамках модели однозначно связываются с параметрами  $a$  и  $b$ , а параметры  $\beta$  и  $\gamma$ , используя некоторые простые связи между вероятностями рассматриваемых каналов фрагментации [13], выражаются через  $\alpha$ . Отметим, что величина  $\gamma$  для фрагментирующего мезона оказывается малой, и мы ее в дальнейшем пренебрегаем.

Средняя множественность нейтральных частиц, например в  $p\rho$  реакции, следующим образом выражается через эти параметры:

$$\langle n_0 \rangle = 2c + d + 2\beta + 4\gamma.\tag{3}$$

3. Исходя из соображений, приведенных выше, легко вычислить

корреляцию между нейтральными и заряженными частицами [14], используя при этом минимальное число зафиксированных ранее параметров. Среднее число нейтральных частиц при фиксированном числе заряженных имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \langle n_0 \rangle_{n_c} &\equiv \frac{\sum_{n_0=0}^{\infty} n_0 W_{n_0, n_c}}{\sum_{n_0=0}^{\infty} W_{n_0, n_c}} = \frac{\sum_{n_0=0}^{\infty} n_0 W_{n_0, n_c}}{W_{n_c}} = \\
 &= 4,032 \beta \frac{W_{n_c-2}}{W_{n_c}} + 0,034 \beta + \\
 &+ \frac{\alpha \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{n_c-2}{4} \rfloor} P_n(\beta) P_{\frac{n_c-2}{2}-2n}^{(\alpha)} + (1-\alpha) \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{n_c-4}{4} \rfloor} P_n(\beta) P_{\frac{n_c-4}{2}-2n}^{(\alpha)}}{W_{n_c}},
 \end{aligned} \tag{4}$$

где  $W_{n_0, n_c}$  - относительная вероятность событий с  $n_0$  нейтральными и  $n_c$  заряженными частицами в конечном состоянии,  $P_n(\alpha)$  - пуассоновское распределение, а  $[A]$  - целая часть числа  $A$  [15].

4. Результаты описания формулой (4) экспериментальных данных по зарядово-нейтральным корреляциям приведены на рис.1-3.

Как видно из рисунков, описание вполне удовлетворительное. Подчеркнем еще раз, что оно достигнуто без введения дополнительных параметров к имеющимся при описании множественных распределений заряженных вторичных частиц. Это позволяет констатировать, что в рассматриваемой модели ухвачены главные механизмы образования частиц, дающие хорошие предсказания для более высоких энергий.

Заметим, что кинематические эффекты, играющие заметную роль при больших для данной энергии множественностях, приводят

к расхождениям с модельными предсказаниями, где они не учитываются [11,14]. В этом смысле критичны для модели только экспериментальные точки сравнительно малых множественностей, где упомянутые эффекты не играют роли.

Приведем (см.табл.1) сравнение экспериментальных значений средних множественностей нейтральных пионов с модельными предсказаниями для рассмотренных энергий.

Как видно из табл.1, здесь также наблюдается хорошее согласие.

На рис.4-6 приведены предсказания множественных распределений нейтральных частиц и зарядово-нейтральных корреляций для  $K^+p$  и  $L^+p$  реакций при энергии  $P_L = 250$  ГэВ/с, которые, как уже отмечалось, в ближайшее время можно сравнить с экспериментальными данными ЕТС. В табл.2 приведены значения параметров модели для этих процессов.

5. В заключение отметим, что сравнение предсказаний модели двух механизмов с экспериментальными данными показывает ее самосогласованность. Это сравнение позволяет сделать вывод о главном вкладе в множественное образование именно тех кластеров, которые рассматриваются в модели. Отметим также, что как показывает розыгрыш событий по методу Монте-Карло, средняя множественность заряженных частиц в кластере как при ISR, так и при SPS порядка  $\langle K_c \rangle \sim 2,5$  [16], в то время как в модели она имеет значение  $\langle K_c \rangle = 2,6$  [17].

Таблица I

Средние множественности нейтральных  
частиц в рассмотренных процессах при различных  
энергиях

	$P_L$ (ГэВ/с)	$\langle n_0 \rangle_{\text{мод.}}$	$\langle n_0 \rangle_{\text{эсп.}}$
PP	205	3,48	$3,34 \pm 0,24$
	360	3,97	$4,01 \pm 0,4$
	400	4,06	$4,43 \pm 0,10$
$K^-p$	32	2,11	$2,05 \pm 0,05$
	110	3,04	$3,5 \pm 0,17$
$K^+p$	250	3,70	-
	40	2,16	$2,01 \pm 0,10$
$\Lambda^-p$	250	3,49	$3,52 \pm 0,39$
$\Lambda^+p$	250	3,37	-

Таблица 2

Значение параметров модели для  $K^+_p$  и  $\pi^+_p$   
процессов при энергии  $P_t = 250$  ГэВ/с

	$a$	$b$	$c$	$d$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma_p$	$\gamma_{K^+, \pi^+}$
$K^+_p$	1,39	0,66	1,35	0,06	0,69	0,41	0,06	0
$\pi^+_p$	1,22	0,59	1,20	0,04	0,64	0,41	0,06	0

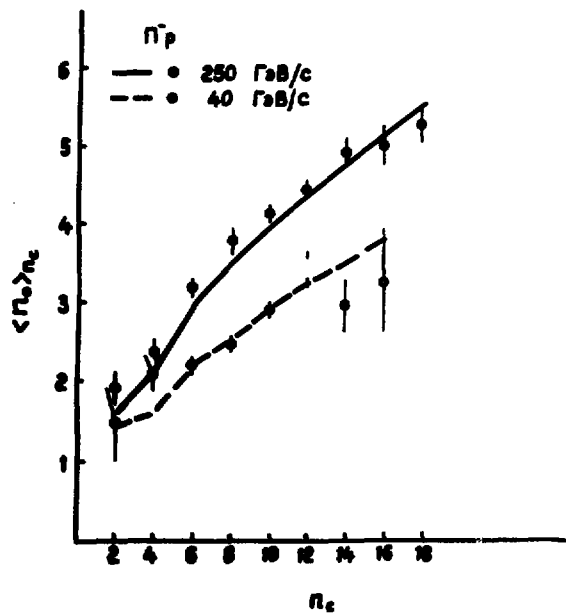


Рис.1 Корреляции заряженных и нейтральных частиц в  $\pi^-$  реакции при энергиях 40 и 250 ГэВ/с

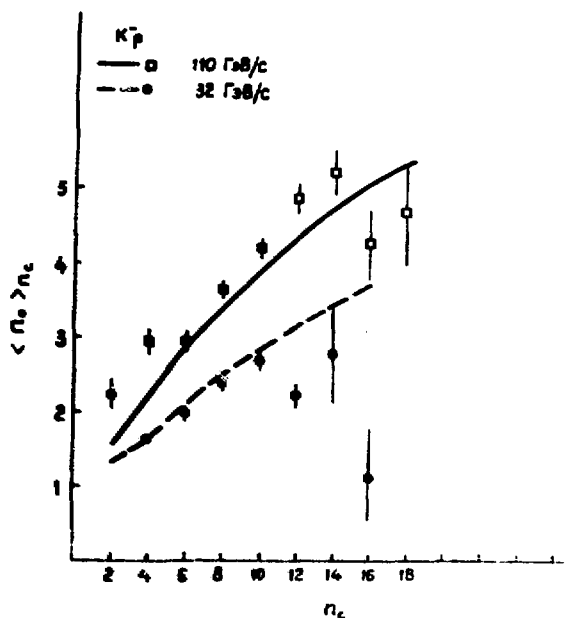


Рис.2 Корреляции заряженных и нейтральных частиц в  $K^-$  реакции при энергиях 32 и 110 ГэВ/с

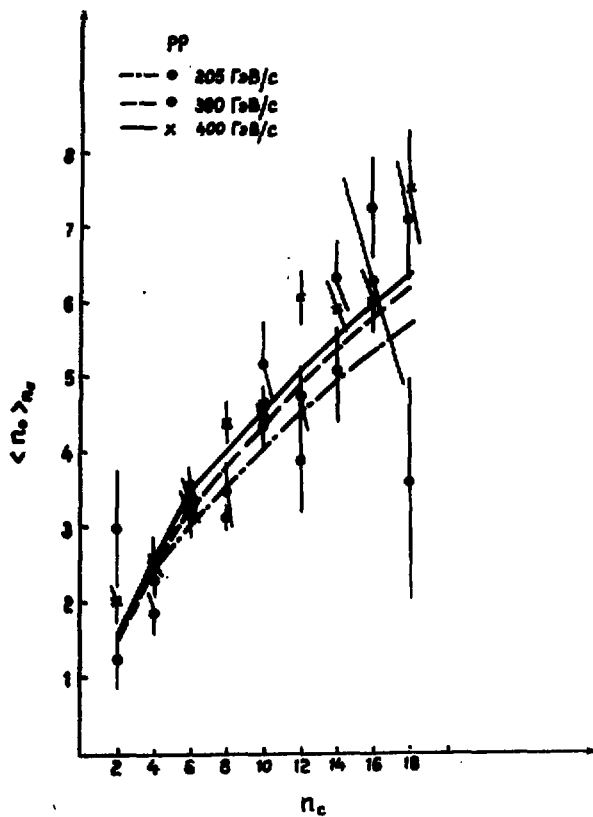


Рис.3 Корреляции заряженных и нейтральных частиц в pp реакции при энергиях 205, 360 и 400 ГэВ/с

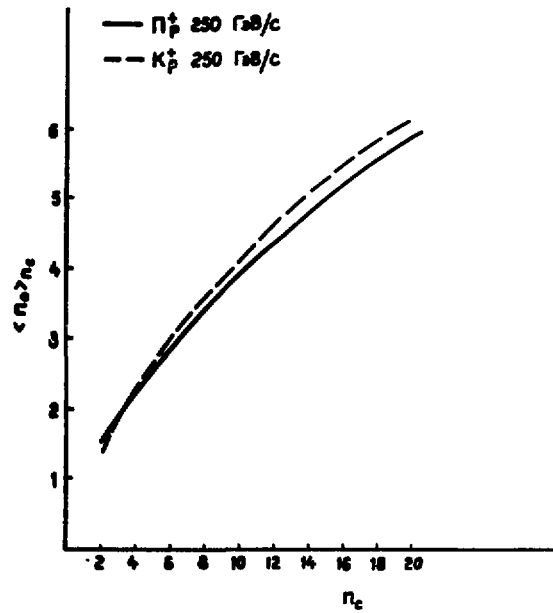


Рис.4 Корреляции заряженных и нейтральных частиц в  $K^+p$  и  $\pi^+p$  процессах при 250 ГэВ/с в рассматриваемой модели

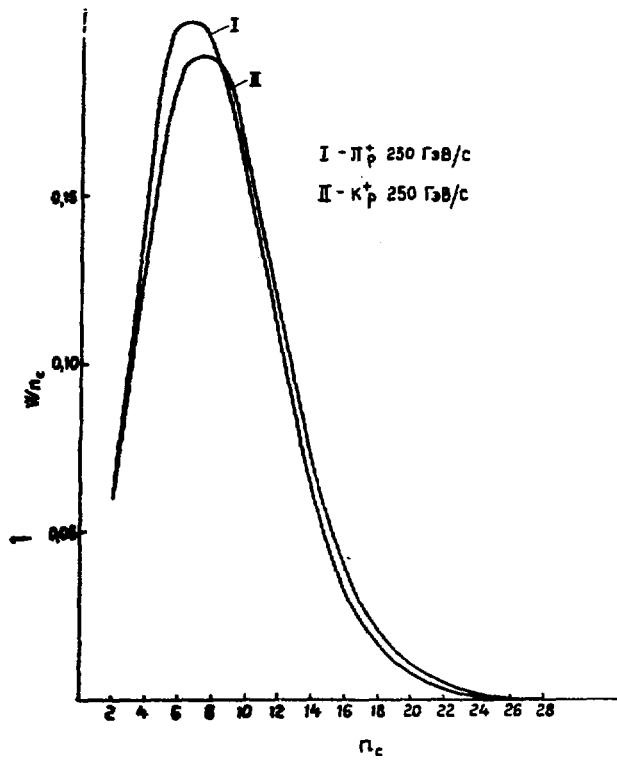


Рис.5 Распределения по числу заряженных частиц в  $K^+ p$  и  $\pi^+ p$  процессах при 250 ГэВ/с в рассматриваемой модели

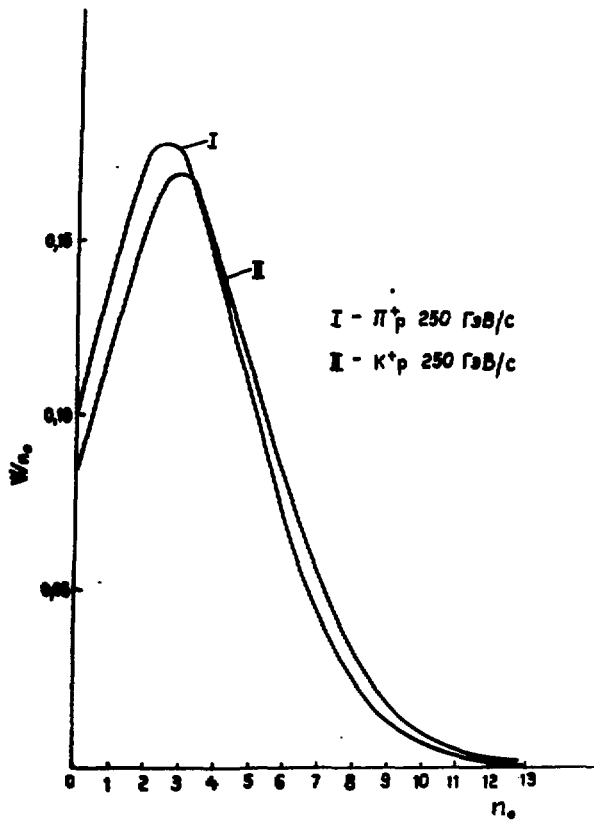


Рис.6 Распределения по числу нейтральных частиц в  $K^*$  и  $\pi^*$  процессах при 250 ГэВ/с в рассматриваемой модели

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришин В.Г. Инклюзивные процессы в адронных взаимодействиях при высоких энергиях. М.: Энергоиздат, 1982.
2. Гришин В.Г. Образование резонансов и струй адронов во взаимодействиях частиц высоких энергий и структура адронов. ЭЧАЯ, 1984, т. 15, вып. I, с. 178.
3. Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. Множественное распределение нейтральных частиц в модели двух механизмов. Краткие сообщения ОИЯИ № 5-84, Дубна, 1984, с. 20.
4. Мавродиев С.Щ., Митрюшкин В.К., Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. Многокомпонентное описание энергетической зависимости множественных распределений при высоких энергиях. ЯФ, 1979, т. 30, с. 245.
5. Мавродиев С.Щ., Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. Топологические сечения и корреляционные эффекты во взаимодействиях адронов высоких энергий. ОИЯИ P2-12570, Дубна, 1979.
6. Naug P.J. e.a. Total inelastic pion multiplicity distribution in 250-GeV/c  $\pi p$  interactions. Phys.Rev., 1984, vol.D29, p.368.
7. Jaeger K. e.a. Characteristics of  $V^0$  and  $\chi$  production in pp interactions at 205 GeV/c Phys.Rev., 1975, vol.D11, p.2405.
8. Bailly J.L. e.a. Inclusive  $\pi^0$  production in 360 GeV/c pp interactions using the European Hybrid Spectrometer. Z.Phys. 1984, vol.C22, p.119.
9. Kass R.D. e.a. Charged and neutral - particle production from 400 GeV/c pp collisions. Phys.Rev., 1979, vol.D20, p.605.

10. Minaenko A.A. Inclusive  $\gamma$  and  $\pi^0$  production in  $K^-p$  interaction at 32 GeV/c. Z.Phys., 1984, vol.С26, p.26.
11. Гришин В.Г., Кулешов С.П., Матвеев В.А., Сисакян А.Н., Янчо Г. Корреляции нейтральных и заряженных пионов в  $\pi^+p$  и  $\pi^-p$  взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с. ОИЯИ P2-6960, Дубна, 1973.
12. Мавродиев С.Щ., Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. Описание характеристик множественного рождения адронов при сверхвысоких энергиях в многокомпонентном подходе. ОИЯИ E2-83-480, Дубна, 1983.
13. Van Hove L. Recent developments in multiparticle dynamics CERN preprint TH.3133, 1981; Van Hove L. Z.Phys., 1981, vol.С9, p.145
14. Kuleshov S.P., Matveev V.A., Sisakian A.N. Multiparticle production in the straight-line path approximation Fizika 5, 1973, 67, Zagreb.
15. Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. Топологические характеристики и кластеры в множественных процессах при высоких энергиях. ОИЯИ P2-12685, Дубна, 1979.
16. Alpgard K. e.a. Forward-backward multiplicity correlations in  $\bar{p}p$ -collisions Phys.Lett., 1983, vol.123B, p.361.
17. Луценко И.В., Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. Инклюзивные и полунинклюзивные характеристики при высоких энергиях в многокомпонентной модели. ОИЯИ P2-13049, Дубна, 1980.

Рукопись поступила 25 ноября 1985 г.

Г.Т.ТОРОСЯН

ОПИСАНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ  
В МНОЖЕСТВЕННЫХ АДРОН-АДРОННЫХ ПРОЦЕССАХ

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

---

Подписано в печать 7/II-86г. ВФ-05244 Формат 60x84/16  
Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,8 Тираж 299 экз. Ц. 10 к.  
Зак тип. № 101 Индекс 3624

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, Маркаряна 2

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ